

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-8768

(43)公開日 平成11年(1999)1月12日

(51)Int.Cl.⁶

H 04 N 1/407
G 06 T 1/00
5/00
7/00

識別記号

F I

H 04 N 1/40
G 06 F 15/66
15/68
15/70

1 0 1 E
3 1 0
3 1 0 J
3 1 0

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平9-160159

(22)出願日

平成9年(1997)6月17日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 銀田 直樹

長野県飯田市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 中見 至宏

長野県飯田市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

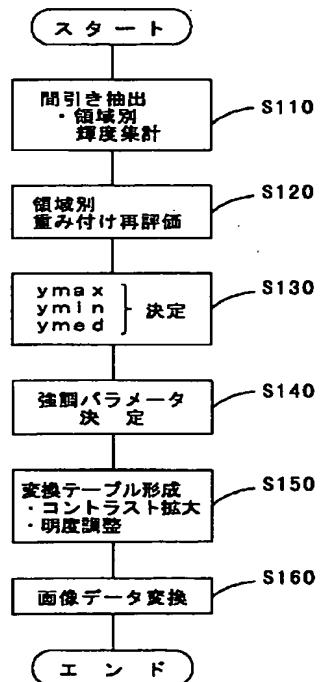
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、画像処理制御プログラムを記録した媒体

(57)【要約】

【課題】 従来は実写画像データの中の部分ごとに応じた重要度を判断することができないし、画像の重要度を判断できるとしても画素単位でリアルタイムに重要度を変えて作業を進めていくのは演算量の増大を招いてしまう。

【解決手段】 画像処理の中枢をなすコンピュータ21はステップS110にて均等に画素を選択しながら特徴量である輝度の分布を領域毎に集計した後、ステップS120では各領域毎に決められた重み付けで再評価することにより、均等にサンプリングを行いながらも本来の被写体の輝度分布の影響を強く受けた輝度分布を得ることができ、ステップS130～S150にてかかる輝度分布に基づいて画像処理の強度などを決定した後、ステップS160で画像データを変換するため、処理を軽くしつつ最適な強度で画像処理を実行することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ドットマトリクス状の画素からなる実写画像データを入力して所定の画像処理を行う画像処理装置であって、
画像処理強度を判定するにあたって必要な各画素の特徴量を全画面にわたって均等に抽出する特徴量均等抽出手段と、
この特徴量均等抽出手段で抽出した特徴量を所定の重み付けによって再評価する特徴量重み付け再評価手段と、
この再評価された特徴量に基づいて画像処理強度を決定して画像処理する処理手段とを具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 上記請求項1に記載の画像処理装置において、
上記特徴量均等抽出手段は、全画素に対して所定の基準で均等に間引きして選択した画素について上記特徴量を抽出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】 上記請求項1または請求項2のいずれかに記載の画像処理装置において、

上記特徴量均等抽出手段は、画像を所定の基準で分割した領域単位で特徴量の抽出を行ない、
上記特徴量重み付け再評価手段は、同領域毎に重み付けを設定して上記特徴量を再評価することを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】 上記請求項1～請求項3のいずれかに記載の画像処理装置において、

上記特徴量重み付け再評価手段は、画像に対する各画素の位置によって定まる対応関係で上記重み付けを変化させることを特徴とする画像処理装置。

【請求項5】 上記請求項1～請求項4のいずれかに記載の画像処理装置において、

上記特徴量重み付け再評価手段は、画像の変化度合いを求めるとともに、画像の変化度合いが大きい部分で上記重み付けを重くすることを特徴とする画像処理装置。

【請求項6】 上記請求項1～請求項5のいずれかに記載の画像処理装置において、

上記特徴量重み付け再評価手段は、各画素の色度を求めるとともに、同色度が特徴量を抽出しようとするターゲットの色度の範囲に入る画素数を求め、この画素数が多い部分で上記重み付けを重くすることを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】 上記請求項1～請求項6のいずれかに記載の画像処理装置において、

上記特徴量重み付け再評価手段は、複数の要素に基づいて個別に仮の重み付け係数を求めるとともに、さらに、これらを重要度に応じた重み付けで加算して最終的な重み付け係数として適用することを特徴とする画像処理装置。

【請求項8】 ドットマトリクス状の画素からなる実写画像データを入力して所定の画像処理を行う画像処理方

法であって、

画像処理強度を判定するにあたって必要な各画素の特徴量を全画面にわたって均等に抽出する工程と、
この抽出した特徴量を所定の重み付けによって再評価する工程と、
この再評価された特徴量に基づいて画像処理強度を決定して画像処理する工程とを具備することを特徴とする画像処理方法。

【請求項9】 コンピュータにてドットマトリクス状の画素からなる実写画像データを入力して所定の画像処理を行う画像処理制御プログラムを記録した媒体であって、画像処理強度を判定するにあたって必要な各画素の特徴量を全画面にわたって均等に抽出するとともに、この抽出した特徴量を所定の重み付けによって再評価し、この再評価された特徴量に基づいて画像処理強度を決定して画像処理することを特徴とする画像処理制御プログラムを記録した媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタル写真画像のような実写画像データに対して最適な画像処理を自動的に実行する画像処理装置、画像処理方法、画像処理制御プログラムを記録した媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 デジタル画像データに対して各種の画像処理が行われている。例えば、コントラストを拡大するものであるとか、色調を補正するものであるとか、明るさを補正するといった画像処理である。これらの画像処理は、通常、マイクロコンピュータで実行可能となっており、操作者がモニタ上で画像を確認して必要な画像処理を選択したり、画像処理のパラメータなどを決定している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 近年、画像処理の技法については各種のものが提案され、実際に効果を発揮している。しかしながら、どの程度の処理を行うかとなると、依然、人間が関与しなければならない。これは、画像処理の対象となるデジタル画像データにおいて、どこが重要であるのかを判断することができなかつたためである。

【0004】 例えば、明るさを補正する画像処理を考えた場合、画面全体の平均が暗ければ明るく補正し、逆に平均が明るければ暗く補正するという自動処理を考えたとする。ここで、夜間撮影した人物像の実写画像データがあるとする。背景は殆ど真っ暗に近いものの、人物自身は良好に撮影できていたとする。この実写画像データを自動補正すると、背景が真っ暗であるがために画像全体の平均は暗くなり、明るく補正してしまうので昼間の画像のようになってしまう。

【0005】 この場合、人間が関与していれば背景が暗

いことについては余り重きを置かず考慮し、人物像の部分だけに注目する。そして、人物像が暗ければ明るく補正するし、逆に、フラッシュなどの効果で明る過ぎれば暗くする補正を選択する。

【0006】このように、従来の画像処理では実写画像データの中の部分ごとに応じた重要度を判断することができないため、人間が関与しなければならないという課題があった。

【0007】一方、何らかの手法で画像の重要度を判断できるとしても、画素単位で判定していく作業であるから、リアルタイムに重要度を変えて作業を進めていくのは演算量の増大を招いてしまう。

【0008】本発明は、上記課題にかんがみてなされたもので、デジタル写真画像のような実写画像データにおいて比較的簡単に重要度を考慮し、自動的に最適な画像処理を実行することが可能な画像処理装置、画像処理方法、画像処理制御プログラムを記録した媒体の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1にかかる発明は、ドットマトリクス状の画素からなる実写画像データを入力して所定の画像処理を行う画像処理装置であって、画像処理強度を判定するにあたって必要な各画素の特徴量を全画面にわたって均等に抽出する特徴量均等抽出手段と、この特徴量均等抽出手段で抽出した特徴量を所定の重み付けによって再評価する特徴量重み付け再評価手段と、この再評価された特徴量に基づいて画像処理強度を決定して画像処理する処理手段とを具備する構成としてある。

【0010】上記のように構成した請求項1にかかる発明においては、実写画像データがドットマトリクス状の画素からなり、特徴量均等抽出手段は画像処理強度を判定するにあたって必要な各画素の特徴量を全画面にわたって均等に抽出する。そして、特徴量重み付け再評価手段は、この特徴量均等抽出手段で抽出した特徴量を所定の重み付けによって再評価する。そして、処理手段は、このようにして再評価によって得られた特徴量に基づいて画像処理強度を決定して画像処理する。

【0011】すなわち、抽出段階では全画面にわたって均等に行ない、抽出後に所定の重み付けを行なうので、結果として得られる特徴量は画像全体にわたって均等に得られたものとは異なるものとなる。

【0012】特徴量均等抽出手段は画像処理強度を判定するにあたって必要な各画素の特徴量を抽出するものであり、全画面にわたって均等に抽出する。この場合、全画面の全画素について抽出するものであってもよいし、また、全画素ではなくても均等に抽出すればよい。後者の一例として、請求項2にかかる発明は、請求項1に記載の画像処理装置において、上記特徴量均等抽出手段は、全画素に対して所定の基準で均等に間引きして選択

した画素について上記特徴量を抽出する構成としてある。

【0013】上記のように構成した請求項2にかかる発明においては、全画素に対して所定の基準で均等に間引きすることにより、処理される画素数が減り、この減った画素に対して上記特徴量を抽出する。

【0014】この場合、均等な間引きには、一定周期で間引いて選択するものも含まれるし、ランダムに選択して間引きするものも含まれる。

【0015】特徴量重み付け再評価手段は抽出された特徴量を所定の重み付けによって再評価するが、抽出される特徴量が画素単位であるのに対応して画素単位の重み付けを行っても良いし、適當なひとまとまりごとに重み付けを行っても良い。後者の一例として、請求項3にかかる発明は、請求項1または請求項2のいずれかに記載の画像処理装置において、上記特徴量均等抽出手段は、画像を所定の基準で分割した領域単位で特徴量の抽出を行ない、上記特徴量重み付け再評価手段は、同領域毎に重み付けを設定して上記特徴量を再評価する構成としてある。

【0016】上記のように構成した請求項3にかかる発明においては、画像を所定の基準で分割した領域単位の重み付けを前提としており、特徴量均等抽出手段はこのような領域単位で特徴量の抽出を行なうし、上記特徴量重み付け再評価手段は同領域毎に設定されている重み付けで各領域ごとの特徴量を再評価する。

【0017】このような領域の分割は、常に一定であっても良いし、画像毎に変化させても良い。この場合、画像の内容に応じて分割方法を変えるようにしても良い。

【0018】この重み付け手法は各種のものを採用可能であり、単なる均等なサンプリングにとどまらないような再評価が行われるものであればよい。

【0019】その一例として、請求項4にかかる発明は、請求項1～請求項3のいずれかに記載の画像処理装置において、上記特徴量重み付け再評価手段は、画像に対する各画素の位置によって定まる対応関係で上記重み付けを変化させる構成としてある。

【0020】写真の構図を考えた場合、人物像は中央に位置させることが多い。従って、画像全体から特徴量を均等に抽出した後、中央部分の特徴量の重みを重くして重み付けすると、結果的に人物像の画素から抽出された特徴量は大きく評価される。

【0021】上記のように構成した請求項4にかかる発明においては、例えば画像の中央部分の重み付けを重くするとともに、周囲の重み付けを軽くするように決めておいた場合、特徴量重み付け再評価手段は画像に対する各画素の位置を判断し、この位置によって変化する重み付けを利用して再評価する。

【0022】また、重み付け手法の他の一例として、請求項5にかかる発明は、請求項1～請求項4のいずれか

に記載の画像処理装置において、上記特微量重み付け再評価手段は、画像の変化度合いを求めるとともに、画像の変化度合いが大きい部分で上記重み付けを重くする構成としてある。

【0023】上記のように構成した請求項5にかかる発明においては、特微量重み付け再評価手段が再評価を行う前に画像の変化度合いを求める。画像の変化度合いは画像のシャープさともいえ、ピントが付いている画像ほど輪郭部分がはっきりしているので変化度合いは大きい。逆にピントが合っていないと画像の輪郭部分では徐々に画像が変化することになり、変化度合いは小さくなる。写真などであればピントが合っている部分が本来的な被写体であってピントが合っていない部分は背景などと同等と考えられる。このため、画像の変化度合いが大きな所は本来的な被写体と考えられ、特微量重み付け再評価手段はこのような画像の変化度合いの大きい部分で重み付けを重くして評価することにより、多くの特微量を抽出したのと同等の結果を得る。

【0024】また、さらなる他の一例として、請求項6にかかる発明は、請求項1～請求項5のいずれかに記載の画像処理装置において、上記特微量重み付け再評価手段は、各画素の色度を求めるとともに、同色度が特微量を抽出しようとするターゲットの色度の範囲に入る画素数を求め、この画素数が多い部分で上記重み付けを重くする構成としてある。

【0025】上記のように構成した請求項6にかかる発明においては、特微量重み付け再評価手段は各画素の色度を求める。画像処理では特定の色によって物体を特定できることがある。例えば、人物であれば肌色の部分を探すことによってターゲットと判断して差し支えない。しかしながら、通常の色画像データであれば明るさの要素も含まれているので肌色を特定することは難しい。これに対して色度は色の刺激値の絶対的な割合を表しており、明るさには左右されない。従って、肌色の取りうる色度の範囲に入っている人物像の画素と判断できる。もちろん、肌色以外にも、木々の緑色の取りうる範囲であるとか青空の青色が取りうる範囲といったものでも同様のことが言える。

【0026】このような背景のもとで、特微量重み付け再評価手段は各画素について求めた色度が特微量を抽出しようとするターゲットの色度の範囲に入る場合に画素数をカウントし、この画素数が多い部分はターゲットであると判断して重み付けを重くし、ターゲットから多くの特微量を抽出したのと同様の結果を得る。

【0027】以上のような重み付けの手法は必ずしも択一的なものではないが、重複適用する場合の好適な一例として、請求項7にかかる発明は、請求項1～請求項6のいずれかに記載の画像処理装置において、上記特微量重み付け再評価手段は、複数の要素に基づいて個別に仮の重み付け係数を求めるとともに、さらに、これらを重

要度に応じた重み付けで加算して最終的な重み付け係数として適用する構成としてある。

【0028】上記のように構成した請求項7にかかる発明においては、特微量重み付け再評価手段は、複数の要素に基づいて個別に仮の重み付け係数を求める。そして、さらに、これらを重要度に応じた重み付けで加算し、最終的な重み付け係数として抽出した特微量を再評価する。従って、一つの重み付け手法によって評価された段階では大きな重み付けを与えられたとしても、その重み付け手法の重要度が低ければ結果としては大きな重み付けは与えられないということもある。また、重み付け手法毎に大きな差のあるものに対して全般的に平均以上に重み付けを評価されたものが最終的な重み付けも多いといったようなことが起こる。

【0029】抽出段階では全画面にわたって均等に行ない、抽出後に所定の重み付けを行なう手法は、必ずしも実体のある装置に限られる必要もなく、その一例として、請求項8にかかる発明は、ドットマトリクス状の画素からなる実写画像データを入力して所定の画像処理を行う画像処理方法であって、画像処理強度を判定するにあたって必要な各画素の特微量を全画面にわたって均等に抽出する工程と、この抽出した特微量を所定の重み付けによって再評価する工程と、この再評価された特微量に基づいて画像処理強度を決定して画像処理する工程とを備えた構成としてある。

【0030】すなわち、必ずしも実体のある装置に限らず、その方法としても有効であることに相違はない。

【0031】ところで、上述したように重み付けで特微量を再評価して画像処理する画像処理装置は単独で存在する場合もあるし、ある機器に組み込まれた状態で利用されることもあるなど、発明の思想としては各種の態様を含むものである。また、ハードウェアで実現されたり、ソフトウェアで実現されるなど、適宜、変更可能である。

【0032】発明の思想の具現化例として画像処理装置を制御するソフトウェアとなる場合には、かかるソフトウェアを記録した記録媒体上においても当然に存在し、利用されるといわざるをえない。

【0033】その一例として、請求項9にかかる発明は、コンピュータにてドットマトリクス状の画素からなる実写画像データを入力して所定の画像処理を行う画像処理制御プログラムを記録した媒体であって、画像処理強度を判定するにあたって必要な各画素の特微量を全画面にわたって均等に抽出するとともに、この抽出した特微量を所定の重み付けによって再評価し、この再評価された特微量に基づいて画像処理強度を決定して画像処理する構成としてある。

【0034】もちろん、その記録媒体は、磁気記録媒体であってもよいし光磁気記録媒体であってもよいし、今後開発されるいかなる記録媒体においても全く同様に考え

することができる。また、一次複製品、二次複製品などの複製段階については全く問う余地無く同等である。その他、供給方法として通信回線を利用して行う場合でも本発明が利用されていることには変わりないし、半導体チップに書き込まれたようなものであっても同様である。

【0035】さらに、一部がソフトウェアであって、一部がハードウェアで実現されている場合においても発明の思想において全く異なるものではなく、一部を記録媒体上に記憶しておいて必要に応じて適宜読み込まれるような形態のものとしてあってもよい。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、抽出段階では全画面にわたって均等に行なうので演算処理量を多くせず、また、抽出後に所定の重み付けを行なうことによって単に均等に抽出してしまった場合のような外れな評価を行うことが無くなり、自動的に最適な画像処理を行うことが可能な画像処理装置を提供することができる。

【0037】また、請求項2にかかる発明によれば、均等に特徴量を抽出する時点で画素を間引いているため、処理量を減らすことができる。

【0038】さらに、請求項3にかかる発明によれば、領域毎に重み付けを変化させて、演算が比較的容易となる。

【0039】さらに、請求項4にかかる発明によれば、重み付けが画素の位置によって決まるため、演算が比較的容易となる。

【0040】さらに、請求項5にかかる発明によれば、画像のシャープさによって重み付けを変えるため、個々の画像によって異なるターゲットを正確に判別して特徴量を抽出することができる。

【0041】さらに、請求項6にかかる発明によれば、色度によって特定の対象を選別できるので、個々の画像によって異なるターゲットを正確に判別して特徴量を抽出することができる。

【0042】さらに、請求項7にかかる発明によれば、複数の重み付け手法を適宜組み合わせてより好適な特徴量の評価を行うことができる。

【0043】さらに、請求項8にかかる発明によれば、演算量が少なく、かつ、最適な評価で画像処理を行うことが可能な画像処理方法を提供でき、請求項9にかかる発明によれば、同様の効果を得られる画像処理制御プログラムを記録した媒体を提供できる。

【0044】

【発明の実施の形態】以下、図面にもとづいて本発明の実施形態を説明する。

【0045】図1は、本発明の一実施形態にかかる画像処理装置を適用した画像処理システムをブロック図により示しており、図2は具体的なハードウェア構成例を概略ブロック図により示している。

10

20

30

40

50

【0046】図1において、画像入力装置10は写真などをドットマトリクス状の画素として表した実写画像データを画像処理装置20へ出力し、同画像処理装置20は所定の処理を経て画像処理の強調程度を決定してから画像処理を実行する。同画像処理装置20は画像処理した画像データを画像出力装置30へ出力し、画像出力装置30は画像処理された画像をドットマトリクス状の画素で出力する。ここにおいて、画像処理装置20が処理する画像データは、各画素から所定の基準で均等に特徴量を抽出した後、所定の重み付けで特徴量を再評価し、再評価された特徴量に応じて決定された強調程度で画像処理されたものである。従って、画像処理装置20は、このようにして特徴量を均等に抽出する特徴量均等抽出手段と、抽出された特徴量を所定の重み付けで再評価する特徴量重み付け再評価手段と、再評価された特徴量に応じた強調程度で画像処理する処理手段とを備えている。

【0047】画像入力装置10の具体例は図2におけるスキャナ11やデジタルスチルカメラ12あるいはビデオカメラ14などが該当し、画像処理装置20の具体例はコンピュータ21とハードディスク22とキーボード23とCD-ROMドライブ24とフロッピーディスクドライブ25とモデム26などからなるコンピュータシステムが該当し、画像出力装置30の具体例はプリンタ31やディスプレイ32等が該当する。本実施形態の場合、画像処理としてオブジェクトを見つけて適切な画像処理を行なうものであるため、画像データとしては写真などの実写データが好適である。なお、モデム26については公衆通信回線に接続され、外部のネットワークに同公衆通信回線を介して接続し、ソフトウェアやデータをダウンロードして導入可能となっている。

【0048】本実施形態においては、画像入力装置10としてのスキャナ11やデジタルスチルカメラ12が画像データとしてRGB(緑、青、赤)の階調データを出力するとともに、画像出力装置30としてのプリンタ31は階調データとしてCMY(シアン、マゼンダ、イエロー)あるいはこれに黒を加えたCMYKの二値データを入力として必要とするし、ディスプレイ32はRGBの階調データを入力として必要とする。一方、コンピュータ21内ではオペレーティングシステム21aが稼働しており、プリンタ31やディスプレイ32に対応したプリンタドライバ21bやディスプレイドライバ21cが組み込まれている。また、画像処理アプリケーション21dはオペレーティングシステム21aにて処理の実行を制御され、必要に応じてプリンタドライバ21bやディスプレイドライバ21cと連携して所定の画像処理を実行する。従って、画像処理装置20としてのこのコンピュータ21の具体的な役割は、RGBの階調データを入力して最適な画像処理を施したRGBの階調データを作成し、ディスプレイドライバ21cを介してディス

レイ32に表示させるとともに、プリンタドライバ21bを介してCMY(あるいはCMYK)の二値データに変換してプリンタ31に印刷されることになる。

【0049】このように、本実施形態においては、画像の入出力装置の間にコンピュータシステムを組み込んで画像処理を行うようにしているが、必ずしもかかるコンピュータシステムを必要とするわけではなく、画像データに対して各種の画像処理を行うシステムであればよい。例えば、図3に示すようにデジタルスチルカメラ12a内にオブジェクトを判断して画像処理する画像処理装置を組み込み、変換した画像データを用いてディスプレイ32aに表示させたりプリンタ31aに印字させるようなシステムであっても良い。また、図4に示すように、コンピュータシステムを介すことなく画像データを入力して印刷するプリンタ31bにおいては、スキャナ11bやデジタルスチルカメラ12bあるいはモデム26b等を介して入力される画像データから自動的にオブジェクトを判断して画像処理するように構成することも可能である。

【0050】上述したオブジェクトの判断とそれに伴う画像処理は、具体的には上記コンピュータ21内にて図5などに示すフローチャートに対応した画像処理プログ

$$ratio = \min(wid\th, height) / A + 1$$

$$\dots (1)$$

とする。ここにおいて、 $\min(wid\th, height)$ は $wid\th$ と $height$ のいずれか小さい方であり、Aは定数とする。また、ここでいうサンプリング周期ratioは何画素ごとにサンプリングするかを表しており、図7の○印の画素はサンプリング周期ratio=2の場合を示している。すなわち、縦方向及び横方向に二画素ごとに一画素のサンプリングであり、一画素おきにサンプリングしている。A=200としたときの1ライン中のサンプリング画素数は図8に示すようになる。

【0053】同図から明らかなように、サンプリングしないことになるサンプリング周期ratio=1の場合を除いて、200画素以上の幅があるときには最低でもサンプル数は100画素以上となることが分かる。従って、縦方向と横方向について200画素以上の場合には $(100\text{画素}) \times (100\text{画素}) = (10000\text{画素})$ が確保され、誤差を1%以下にできる。

【0054】ここにおいて $\min(wid\th, height)$ を基準としているのは次のような理由による。例えば、図9(a)に示すビットマップ画像のように、

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \dots (2)$$

また、輝度のヒストグラムは一つの画像についてまとめて集計するのではなく、図10に示すように、入力画像を横3ブロック、縦5ブロックの合計15ブロックに分けて個別に集計する。本実施形態においてはこのような15ブロックとしているが、むろん、ブロックの分割方

ラムで行っている。同図に示すフローチャートにおいては、画像のコントラストを調整する画像処理を行うものであり、ステップS110にて画像全体から均等に画素を間引きしながら特徴量である輝度を抽出した後、ステップS120にて所定の重み付けを行って同特徴量を再評価し、ステップS130～S160にて輝度を調整する画像処理を行っている。

【0051】ステップS110は図6に示すように縦横方向のドットマトリクス状の画像データを対象として各画素の輝度を求めてヒストグラムを生成していく。この場合、全画素について行けば正確ともいえるが、後述するように集計結果は重み付けをして再評価されるため、必ずしも正確である必要はない。従って、ある誤差の範囲内となる程度に輝度を抽出する画素を間引き、処理量を低減して高速化することが可能である。統計的誤差によれば、サンプル数Nに対する誤差は概ね $1/(N^{**}(1/2))$ と表せる。ただし、**は累乗を表している。従って、1%程度の誤差で処理を行うためには $N=10000$ となる。

【0052】ここにおいて、図6に示すビットマップ画面は $(width) \times (height)$ の画素数となり、サンプリング周期ratioは、

$$width > height \text{ あるとすると、長い方の width でサンプリング周期 ratio を決めてしまった場合には、同図 (b) に示すように、縦方向には上端と下端の 2 ラインしか画素を抽出されないといったことが起こりかねない。しかしながら、} \min(width, height) \text{ として、小さい方に基づいてサンプリング周期 ratio を決めるようにすれば同図 (c) に示すように少ない方の縦方向においても中間部を含むような間引きを行うことができるようになる。すなわち、所定の抽出数を確保したサンプリングが可能となる。}$$

【0053】このように画素を間引いて抽出するのは輝度である。上述したように、本実施形態においてはコンピュータ21が扱うのはRGBの階調データであり、直接には輝度の値を持っていない。輝度を求めるためにLuv表色空間に色変換することも可能であるが、演算量などの問題から得策ではない。このため、テレビジョンなどの場合に利用されているRGBから輝度を直に求める次式の変換式を利用する。

【0056】

法は任意である。特に、プリンタドライバなどではアプリケーションからブロック毎に画像データを受け取ることになるが、重み付けのための領域分割をこのブロックを利用して行っても良い。

【0057】このようにブロック毎に集計するのは処理

量の低減のためである。ステップS120にて重み付けをして再評価するという意味では必ずしもブロック毎に集計する必要はなく、選択した画素毎に重み付けを考慮し、ヒストグラムとして集計していくことも可能である。また、ブロック毎といつても集計結果に対する重み付けを変える意味であるから、ブロックに応じた重み付けを使用して一つのヒストグラムで集計していくことも可能である。図11はブロックB_iの輝度分布の一例を示す図である。

【0058】各ブロック毎に集計をしていく場合には、ステップS120にて領域別の重み付けをして再評価することになる。図12と図13は各ブロックに重み付けを与える例を示している。一般の写真画像を想定すれば、通常、中央部分に本来の被写体が入るような構図を取る。この意味では、画像データの中央部分の画像に重

$$K_i = W_i / S_P$$

とすると、

【0062】

【数2】

$$D_Y = \sum_{i=1}^{15} K_i * d_Y i$$

… (5)

10

20

【0063】として求められる。

【0064】このようにして再評価された輝度分布のヒストグラムを得たら、この特徴量から画像処理の強度を求める。すなわち、コントラストを拡大するための幅を決定する。拡大幅を決定するにあたり、輝度分布の両端を求めるこを考へる。写真画像の輝度分布は図14に示すように概ね山形に表れる。むろん、その位置、形状についてはさまざまである。輝度分布の幅はこの両端をどこに決めるかによって決定されるが、単に裾野が延びて分布数が「0」となる点を両端とすることはできない。裾野部分では分布数が「0」付近で変移する場合があるし、統計的に見れば限りなく「0」に近づきながら推移していくからである。

【0065】このため、分布範囲において最も輝度の大きい側と小さい側からある分布割合だけ内側に絞た部分を分布の両端とする。本実施形態においては、同図に示すように、この分布割合を0.5%に設定している。むろん、この割合については、適宜、変更することが可能である。このように、ある分布割合だけ上端と下端をカットすることにより、ノイズなどに起因して生じている

$$Y = aY + b$$

30

ただし

$$a = 255 / (y_{max} - y_{min})$$

$$b = -a \cdot y_{min}$$

あるいは $255 - a \cdot y_{max}$

また、上記変換式にて $Y < 0$ ならば $Y = 0$ とし、 $Y > 255$ ならば $Y = 255$ とする。ここにおける、 a は傾きであり、 b はオフセットといえる。この変換式によれば、図15に示すように、あるせまい幅を持った輝度分布を再現可能な範囲まで広げることができる。ただし、再現可能な範囲を最大限に利用して輝度分布の拡大を図

40

50

きをおいて特徴量を評価すべきである。一方、別の構図として建物の前で記念撮影をするような例を考えると、人物像は中央の下方に位置させて撮影する。というのは地面の高さが画像の下の方に位置させるのが普通だからである。従って、この場合は画像の中央下方に重みをおいて特徴量を評価すべきといえる。図12の例は前者のものに対応し、図13は後者のものに対応している。

【0059】各ブロックの重み付けを W_i ($i = 1 \sim 15$) とし、重み付けして再評価された輝度分布を D_Y とし、

【0060】

【数1】

$$S_P = \sum_{i=1}^{15} W_i$$

… (3)

【0061】とするとともに、

… (4)

白点や黒点を無視することもできる。すなわち、このような処理をしなければ一点でも白点や黒点があればそれが輝度分布の両端となってしまうので、255階調の輝度値であれば、多くの場合において最下端は階調「0」であるし、最上端は階調「255」となってしまうが、上端部分から0.5%の画素数だけ内側に入った部分を端部とすることにより、このようなことが無くなる。

【0066】実際の処理では再評価して得られたヒストグラムに基づいて画素数に対する0.5%を演算し、再現可能な輝度分布における上端の輝度値及び下端の輝度値から順番に内側に向かいながらそれぞれの分布数を累積し、0.5%の値となった輝度値を求める。以後、この上端側を y_{max} と呼び、下端側を y_{min} と呼ぶ。また、本実施形態においては、コントラストの拡大とともに明度の修正も行なうこととしており、そのため必要なメジアン y_{med} も上記再評価されたヒストグラムに基づいて決定する。以上の処理をステップS130にて行なう。

【0067】再現可能な輝度の範囲を「0」～「255」としたときに、変換前の輝度 y と輝度の分布範囲の最大値 y_{max} と最小値 y_{min} から変換先の輝度 Y を次式に基づいて求める。

【0068】

… (6)

… (7)

… (8)

った場合、ハイライト部分が白く抜けてしまったり、ハイシャドウ部分が黒くつぶれてしまうことが起こる。これを防止するため本実施形態においては、再現可能な範囲を制限している。すなわち、再現可能な範囲の上端と下端に拡大しない範囲として輝度値で「5」だけ残している。この結果、変換式のパラメータは次式のようにな

る。

$$a = 245 / (y_{\max} - y_{\min}) \quad \dots (9)$$

$$b = 5 - a \cdot y_{\min} \text{あるいは} 250 - a \cdot y_{\max} \quad \dots (10)$$

そして、この場合には $y < y_{\min}$ と、 $y > y_{\max}$ の範囲においては変換を行わないようとする。

【0070】ただし、このままの拡大率 (a に対応) を適用してしまうと、非常に大きな拡大率が得られる場合も生じてしまう。例えば、夕方のような薄暮の状態では最も明るい部分から暗い部分までのコントラストの幅が狭くて当然であるのに、この画像についてコントラストを大きく拡大しようとする結果、昼間の画像のように変換されてしまいかねない。このような変換は希望されないので、拡大率には制限を設けておき、a が 1.5 (~2) 以上とはならないように制限する。これにより、薄暮は薄暮なりに表現されるようになる。なお、この場合は輝度分布の中心位置がなるべく変化しないような処理を行っておく。ステップ S140 では、このようにして拡大率 a 及び傾き b を求める処理を実行する。

【0071】ところで、輝度の変換時に、毎回、上記変換式 ($Y = a y + b$) を実行するのは非合理的である。というの、輝度 y の取りうる範囲が「0」～「255」でしかあり得ないため、予め輝度 y が取りうる全て

$$y = y_{\text{med}} / 85$$

あるいは、

$$y = (y_{\text{med}} / 85)^{1/2} \quad \dots (1/2)$$

とする。

【0076】この場合、 $y < 0.7$ なっても、 $y = 0.7$ とする。このような限界を設けておかないと夜の画像が昼間のようになってしまふからである。なお、明るくしすぎると全体的に白っぽい画像になってコントラストが弱い画像になりやすいため、彩度を合わせて強調

$$y = y_{\text{med}} / 128$$

あるいは、

$$y = (y_{\text{med}} / 128)^{1/2} \quad \dots (1/4)$$

とする。この場合、 $y > 1.3$ なっても、 $y = 1.3$ として暗くなり過ぎないように限界を設けておく。

【0079】なお、この γ 補正は変換前の輝度分布に対して行っても良いし、変換後の輝度分布に対して行っても良い。 γ 補正をした場合における対応関係を図 19 に示しており、 $y < 1$ であれば上方に膨らむカーブとなり、 $y > 1$ であれば下方に膨らむカーブとなる。むろん、かかる γ 補正の結果も図 16 に示すテーブル内に反

$$R = a \cdot R_0 + b$$

$$G = a \cdot G_0 + b$$

$$B = a \cdot B_0 + b$$

として求めることもできる。ここで、輝度 y, Y が階調「0」～階調「255」であるのに対応して R G B の各成分値 (R_0, G_0, B_0), (R, G, B) も同じ範囲となっており、上述した輝度 y, Y の変換テーブルをそのまま利用すればよいといえる。

【0069】

… (9)

… (10)

の値に対応して変換後の輝度 Y を求めておくことも可能である。従って、図 16 に示すようなテーブルとして記憶しておく。

【0072】このような輝度の範囲の拡大によってコントラストを強調するだけでなく、合わせて明るさを調整することも極めて有効であるため、画像の明るさを判断して補正のためのパラメータも生成する。

【0073】例えば、図 17 にて実線で示すように輝度分布の山が全体的に暗い側に寄っている場合には波線で示すように全体的に明るい側に山を移動させると良いし、逆に、図 18 にて実線で示すように輝度分布の山が全体的に明るい側に寄っている場合には波線で示すように全体的に暗い側に山を移動させると良い。

【0074】各種の実験を行った結果、本実施形態においては、輝度分布におけるメジアン y_{med} を求め、同メジアン y_{med} が「85」未満である場合に暗い画像と判断して以下の γ 値に対応する γ 補正で明るくする。

【0075】

… (11)

… (12)

するなどの処理が好適である。

【0077】一方、メジアン y_{med} が「128」より大きい場合に明るい画像と判断して以下の γ 値に対応する γ 補正で暗くする。

【0078】

… (13)

… (14)

映させておけばよく、テーブルデータに対して同補正を行っておく。ステップ S150 ではこのような変換テーブルを生成する処理を実行する。

【0080】この後、(6) 式に基づく変換を行うが、同式の変換式は、R G B の成分値との対応関係においても当てはめることができ、変換前の成分値 (R_0, G_0, B_0) に対して変換後の成分値 (R, G, B) は、

… (15)

… (16)

… (17)

【0081】従って、ステップ S160 では全画素の画像データ (R_0, G_0, B_0) について (15) ～ (17) 式に対応する変換テーブルを参照し、変換後の画像データ (R, G, B) を得るという処理を繰り返すことになる。

【0082】むろん、これらのステップS130～ステップS160を実行するハードウェア構成とソフトウェアとによって処理手段を構成することになる。なお、本実施形態においては、画像処理としてコントラストの拡大処理や明度の修正処理を実行しているが、他の画像強調処理などにおいても全く同様に適用可能であることはいうまでもない。

【0083】以上の処理では、画像の中での位置に応じた重み付けによって特徴量が再評価されるものであった。しかしながら、重み付けの基準はこれに限られるものではなく、各種の態様が可能である。図20はその一例として画像の変化度合いから本来の被写体を検出し、重み付けを変化させる場合のフローチャートを示している。

【0084】ステップS210は、上述したステップS110に代わるものであり、均等に間引いた画素について輝度を集計する。しかし、輝度だけの集計ではなく、次に示すようなエッジ量も集計する。

【0085】入力画像のうちの背景は濃淡変化が緩やかであるといえるし、本来の被写体はシャープであるがゆえに輝度の変化が激しいといえる。従って、図21に示すようにある一つの画素を注目画素としてその周縁の画素との濃度差を求めることがとし、この濃度差をその注目画素のエッジ量とする。この濃度差はフィルタを適用して演算することができ、図22(a)～(f)はこのようなフィルタの数例を示しており、注目画素と周縁の八画素について各画素の輝度を重み付け加算する際の重み

$$K_E i = E R i / S E$$

で表される。従って、この場合の重み付けして再評価された輝度分布DYは、

【0090】

【数4】

$$D Y = \sum_{i=1 \sim 15} K E i * d Y i \quad \dots (20)$$

【0091】として求められる。また、各ブロックでのエッジ画素総数をENi (i=1～15) とすると、そ

$$K_E i = E N i / S E$$

で表され、(20)式を利用して再評価された輝度分布DYを得ることができる。いずれの場合においても、ステップS220では(20)式の演算式に基づいて輝度分布DYを再評価する。

【0094】この例においては、エッジ画素と判定された画素の輝度をサンプリングして利用するというわけではなく、エッジ量やエッジ画素総数をブロックの重み付け係数の決定に使用しているだけである。すなわち、特定の性質(エッジ)を持つ画素のみの特徴量を集計しているわけではなく、そのブロックにおいて偏らない平均的な特徴量を得ることができる。

【0095】なお、このようにして輝度分布を再評価したら上述したステップS130～S160の処理を経てコントラストを拡大するとともに明度を修正すればよ

付け係数を示している。ここにおいて、同図(a)の場合は九画素についての重み付け加算であるから、各画素でのエッジ量を求めるためには九回の乗算と八回の加算が必要になる。この演算量は画像が大きくなるにつれて無視できなくなるため、同図(b)～(c)では五回の乗算と四回の加算で済ませ、同図(d)～(e)では三回の乗算と二回の加算で済ませ、同図(f)では二回の乗算と一回の加算で済ませるようにしている。

【0086】これらの例では注目画素に対してこれを一重に取り囲む画素とだけ比較しているが、いわゆるアンシャープマスクを使用してより広範囲な画素のデータを使用して注目画素でのシャープさを求ることは可能である。ただし、本実施形態におけるエッジ量は、あくまでもブロック毎の重み付けを評価するためのものであるから演算量を少なくしたこれらの例のフィルタのものでも十分である。

【0087】エッジ量の集計は各ブロック毎に各画素で求めたエッジ量を集計していくても良いし、このエッジ量の絶対値が所定のしきい値よりも大きい場合にエッジ画素と判定し、各ブロック毎のエッジ画素総数を集計していくようにしても良い。各ブロックでのエッジ量をERi (i=1～15) とすると、その総量SEは、

【0088】

【数5】

$$S E = \sum_{i=1 \sim 15} E R i \quad \dots (18)$$

【0089】となるから、重み付け係数KEi自身は、

$$\dots (19)$$

の総量SEは、

【0092】

【数5】

$$S E = \sum_{i=1,15} E N i \quad \dots (21)$$

【0093】となるから、重み付け係数KEi自身は、

$$\dots (22)$$

い。

【0096】さらに、本来の被写体が人物像であることが多いことを考慮すると、肌色の画素が多いブロックに重きを置いて再評価するといったことも可能である。図23はこのような特定の色に注目してブロックの重み付け係数を決定するフローチャートを示している。

【0097】ステップS110に対応するステップS310では、同様の間引き処理で輝度を集計するとともに、各画素の色度に基づいて肌色らしき画素であるかを判定し、肌色画素数の集計を行う。色度については各画素についてのx-y色度を計算する。いま、対象画素のRGB表色系におけるRGB階調データが(R, G, B)であるとするときに、

$$r = R / (R + G + B) \quad \dots (23)$$

$$g = G / (R + G + B) \quad \dots (24)$$

とおくとすると、XYZ表色系における色度座標x, y との間には、

$$x = (1.1302 + 1.6387r + 0.6215g) \\ / (6.7846 - 3.0157r - 0.3857g) \quad \dots (25)$$

$$y = (0.0601 + 0.9399r + 4.5306g) \\ / (6.7846 - 3.0157r - 0.3857g) \quad \dots (26)$$

なる対応関係が成立する。ここにおいて、色度は明るさに左右されることなく色の刺激値の絶対的な割合を表す

$$0.35 < x < 0.40$$

$$0.33 < y < 0.36$$

というような範囲に含まれているから、各画素の色度を求めたときにこの範囲内であればその画素は人間の肌を示す画素と考え、ブロック内の肌色画素数を一つ増加する。

【0098】このようにして肌色画素数が得られたら、次のステップS320では上述したエッジ画素数の場合と同様にして重み付け係数を決定し、輝度分布DYを再

$$K Ci = CNi / SC$$

で表され、この場合の重み付けして再評価された輝度分布DYは、

【0101】

【数7】

$$DY = \sum_{i=1}^{15} KCi * dYi \quad \dots (31)$$

【0102】として求められる。この例においても、肌色の画素と判定された画素の輝度をサンプリングして利用するというわけではなく、肌色画素の総数をブロックの重み付け係数の決定に使用しているだけである。従つて、そのブロックにおいて偏らない平均的な特徴量を得ることができる。この場合も、このようにして輝度分布を再評価したら上述したステップS130～S160の処理を経てコントラストを拡大するとともに明度を修正すればよい。図24に示す写真の場合、中央付近に女の

$$K j i = T j i / S j$$

とすると、ブロックB_iにおける真の重み付け係数K_iは、

【0106】

【数9】

$$Ki = \sum_{j=1}^{15} Aj * Kji \quad \dots (34)$$

【0107】で表される。ここにおいて、A_jは各要因の重要度を表す係数であり、総数が1となる範囲で適宜決定する。一例として、肌色重視とするならば、A₁ = 0.2, A₂ = 0.2, A₃ = 0.6といった設定などが可能である。

【0108】次に、上記構成からなる本実施形態の動作を説明する。最初に、先の実施形態に沿って説明する。

【0109】写真画像をスキャナ11で読み込み、プリ

10 ものであるから、色度からその画素がどのような対象物かを判断することができるといえる。肌色の場合は、

$$\dots (27)$$

$$\dots (28)$$

評価する。すなわち、各ブロックでの肌色画素数をCN_i (i = 1～15) とすると、その総量SCは、

【0099】

【数6】

$$SC = \sum_{i=1}^{15} CNi \quad \dots (29)$$

【0100】となるから、重み付けKC_i自体は、

$$\dots (30)$$

子が写っており、顔、手足の画素で肌色画素と判断されることになる。もちろん、他の色についての色度を求めて画素数を集計するようにしても良い。

【0103】ところで、これまで重み付け係数を一つの要因によって決定していたが、それぞれの要因の重要度を加味して重複して適用することもできる。個々の要因j (1: 画像の中での位置、2: エッジ量、3: 肌色画素数) について各ブロックB_i (i = 1～15) の重み付け係数をT_{j i}とした場合、要因毎の各ブロックに分配した重み付けT_{j i}は仮の重み付けとなり、

【0104】

【数8】

$$Sj = \sum_{i=1}^{15} Tji \quad \dots (32)$$

【0105】とするとともに、

$$\dots (33)$$

ンタ31にて印刷する場合を想定する。すると、まず、コンピュータ21にてオペレーティングシステム21aが稼働しているもとで、画像処理アプリケーション21dを起動させ、スキャナ11に対して写真の読み取りを開始させる。読み取られた画像データが同オペレーティングシステム21aを介して画像処理アプリケーション21dに取り込まれたら、ステップS110にて間引きしながら各画素の輝度を集計する。集計された輝度分布dY_iは、ステップS120にて図12あるいは図13に示すブロック毎の位置に対応して決定される重み付けに基づいて再評価し、再評価された輝度分布DYに基づいてステップS130ではymax, ymin, ymedを求める。

【0110】次なるステップS140では、(9)式あ

るいは(10)式に基づいて強調パラメータである傾き a とオフセット b とを算出するとともに、(11)式～(14)式に基づいて明度修正に要する γ 補正の γ 値を求め、ステップS150では図6に示す変換テーブルを作成する。そして、最後に、ステップS160では全画素についての画像データを同変換テーブルを参照して変換する。

【0111】図12に示す重み付けを使用する場合には、中央に近いブロックほど重み付けが重いので、集計された輝度分布も中央に近いものほど大きく評価される。例えば、夜間にフラッシュを使用して人物像を撮影したとする。人物像についての輝度分布はフラッシュの効果もあって図25(a)に示すように概ね良好な輝度分布が得られたとしても、人物の周囲は暗く、同図(b)に示すような暗い側に偏った輝度分布が得られる。この場合、単純に平均化すれば同図(c)に示すように全体的に暗い側に偏った輝度分布が得られる。従って、このままコントラストや明度を修正すれば暗い画像を無理やり明るくしてしまい、良好な画像は得られない。

【0112】しかしながら、図12に示すようにして中央のブロックに重み付けを重くするようにすると、図25(d)に示すように画像の中央部分で得られた輝度分布の影響を強く受けた輝度分布DYが得られる。従って、かかる輝度分布に基づいて決定される画像処理の強度は過度にコントラストを拡大したり明度を修正したりするようなものではなくなる。

【0113】逆に、逆光の状態で人物を撮影すると、顔が暗く、背景が明るくなってしまうが、画像全体で見れば良好な輝度分布ともなりかねない。しかしながら、このような場合でも図12に示すようにして暗い顔が写っている中央のブロックでの輝度分布に重きをおいて評価することにより、暗い輝度分布が反映され、コントラストを拡大したり画像を明るくしたりする画像処理を実行することができるようになる。

【0114】以上の処理により、スキャナ11を介して読み込まれた写真の画像データは自動的に最適な強度で画像処理を施され、ディスプレイ32に表示された後、プリンタ31にて印刷される。

【0115】このように、画像処理の中枢をなすコンピュータ21はステップS110にて均等に画素を選択しながら特徴量である輝度の分布を領域毎に集計した後、ステップS120では各領域毎に決められた重み付けで再評価することにより、均等にサンプリングを行なながらも本来の被写体の輝度分布の影響を強く受けた輝度分布を得ることができ、ステップS130～S150にてかかる輝度分布に基づいて画像処理の強度などを決定した後、ステップS160で画像データを変換するため、処理を軽くしつつ最適な強度で画像処理を実行することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる画像処理装置を適用した画像処理システムのブロック図である。

【図2】同画像処理装置の具体的ハードウェアのブロック図である。

【図3】本発明の画像処理装置の他の適用例を示す概略ブロック図である。

【図4】本発明の画像処理装置の他の適用例を示す概略ブロック図である。

【図5】本発明の画像処理装置における画像処理を示すフローチャートである。

【図6】処理対象画素を移動させていく状態を示す図である。

【図7】サンプリング周期を示す図である。

【図8】サンプリング画素数を示す図である。

【図9】変換元の画像とサンプリングされる画素の関係を示す図である。

【図10】画像を領域分割したブロックの配置を示す図である。

【図11】各ブロックでの輝度分布の例を示す図である。

【図12】ブロック毎の重み付けの一例を示す図である。

【図13】ブロック毎の重み付けの他の一例を示す図である。

【図14】輝度分布の端部処理と端部処理にて得られる端部を示す図である。

【図15】輝度分布の拡大と再現可能な輝度の範囲を示す図である。

【図16】輝度分布を拡大する際の変換テーブルを示す図である。

【図17】 γ 補正で明るくする概念を示す図である。

【図18】 γ 補正で暗くする概念を示す図である。

【図19】 γ 補正で変更される輝度の対応関係を示す図である。

【図20】エッジ量に基づいて特徴量を再評価する場合のフローチャートである。

【図21】エッジ量を判断するための注目画素と周縁画素との関係を示す図である。

【図22】エッジ量を算出するためのフィルタの例を示す図である。

【図23】所定の色の画素数に基づいて特徴量を再評価する場合のフローチャートである。

【図24】写真画像の一例を示す図である。

【図25】夜間に撮影した写真画像の輝度分布を示す図である。

【符号の説明】

10…画像入力装置

20…画像処理装置

21…コンピュータ

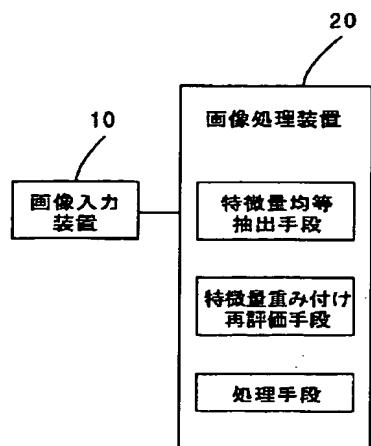
21

22

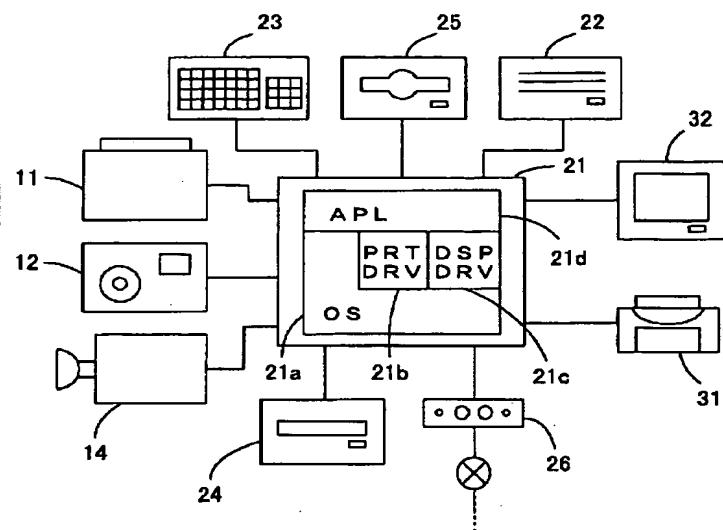
21a…オペレーティングシステム
 21b…プリンタドライバ
 21c…ディスプレイドライバ

21d…画像処理アプリケーション
 30…画像出力装置

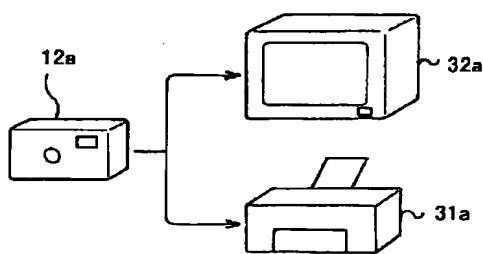
【図1】



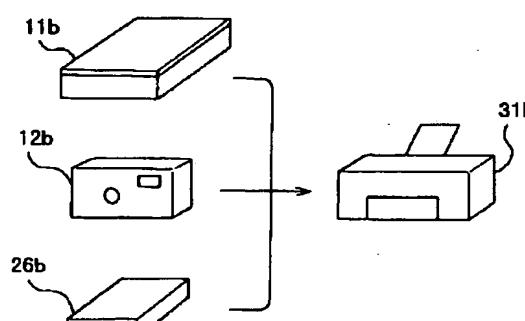
【図2】



【図3】



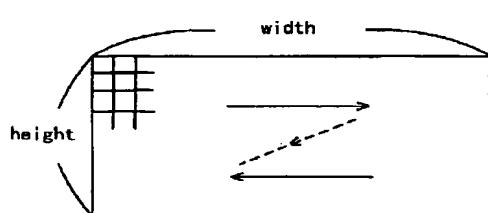
【図4】



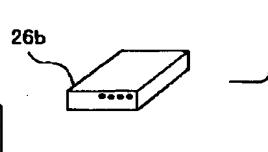
【図16】

y	Y
0	0
ymin	5
255	250
255	255

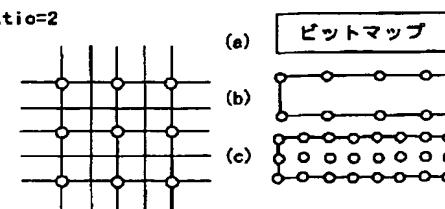
【図6】



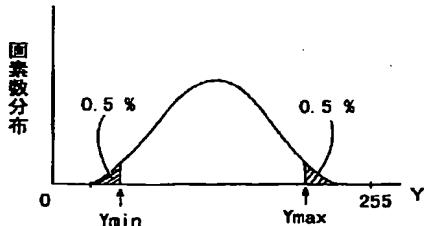
【図14】



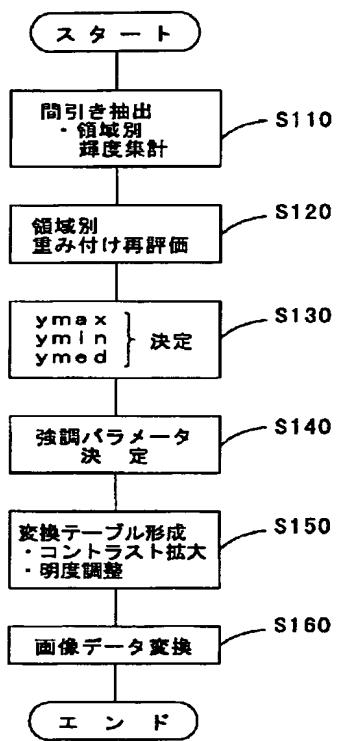
【図7】



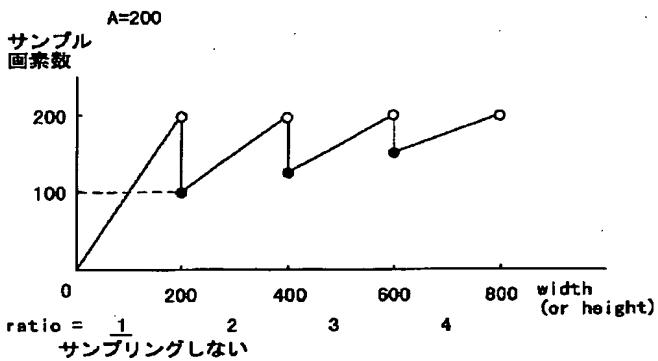
【図9】



【図5】



【図8】



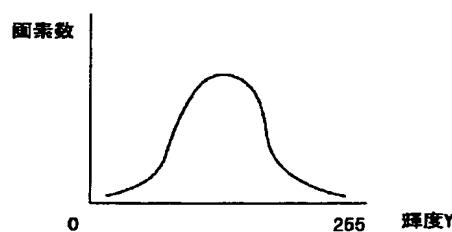
【図12】

1	3	1
5	8	5
8	10	8
5	8	5
1	3	1

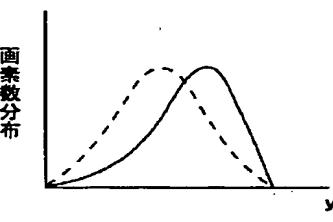
中央重点

【図11】

ブロックB1の輝度分布dY1



【図18】



【図10】

ブロック分割

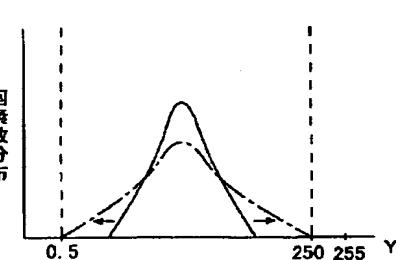
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15

ブロックB3

1	2	1
2	4	2
4	6	4
6	8	6
8	10	8

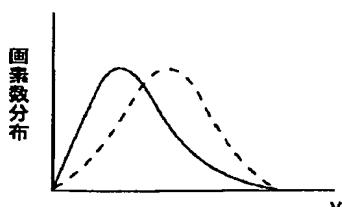
【図13】

【図15】

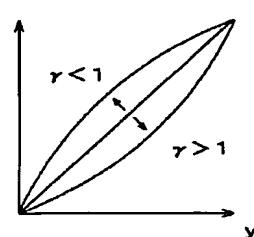


【図21】

【図17】

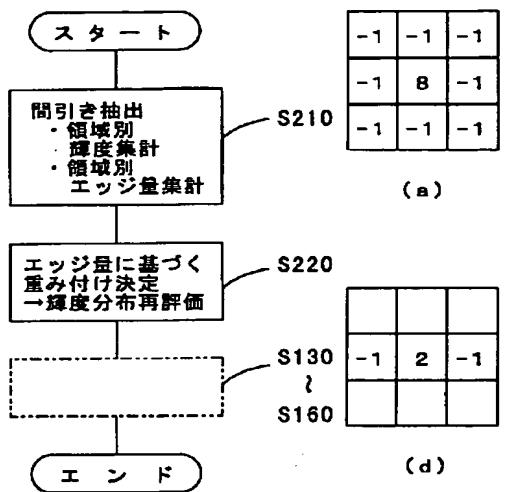


中央下重点

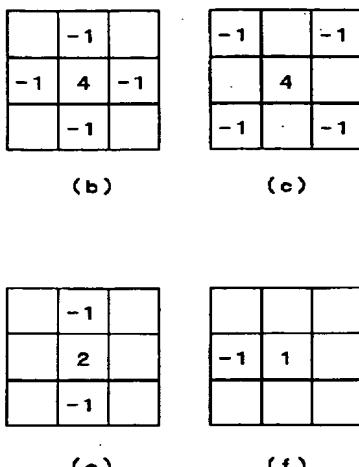


【図19】

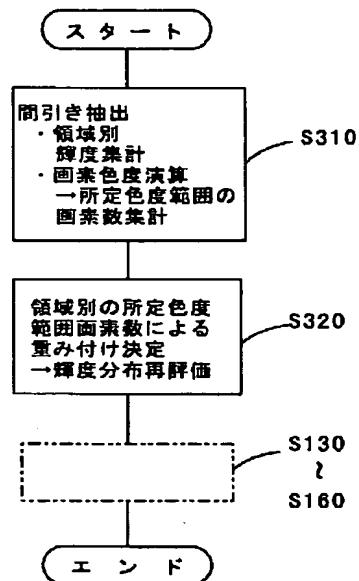
【図20】



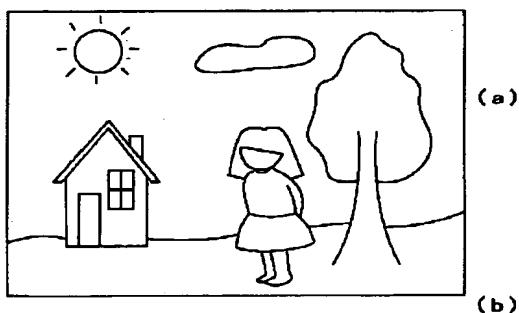
【図22】



【図23】



【図24】



【図25】

